PROCESS FOR PREPARING MICROMECHANICAL COMPONENTS HAVING FREE-STANDING MICROSTRUCTURES OR MEMBRANES

Publication number: EP0793736 Publication date: 1997-09-10

Inventor

KIRSTEN MARIO (DE); LANGE PETER (DE); WENK BEATRICE (DE); RIETHMUELLER WERNER (DE)

Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

Classification:

- International: B81C1/00; C23C16/24; C23C16/52; H01L21/205;

B81C1/00; C23C16/22; C23C16/52; H01L21/02; (IPC1-7): C23C16/44; C23C16/24

. Furnnean C23C16/24; C23C16/52; H01L21/205

Application number: EP19950936968 19951121

Priority number(s): WO1995DE01650 19951121; DE19944441541

19941122; DE19944445177 19941217

Also published as:

WO9616203 (A1) EP0793736 (A0) EP0793736 (B1)

Report a data error here

Abstract not available for EP0793736

Abstract of corresponding document: WO9816203

The invention concerns a process for preparing micromechanical components having free-standing microstructures or membranes which are under a predetermined mechanical stress. According to the process a sacrificial layer is first applied to a substrate, a polysition layer is applied to the sacrificial layer by vapour phase deposition, and finally at least part of the sacrificial layer is removed again. The process is distinguished in that the type of layer stress on the polysilicon layer depends on the processing pressure selected during deposition, the amount of layer stress being adjusted by the process temperature selected. The process pressure in each case is above the pressure range set for low pressure chemical vapour deposition reactors. In this way free-standing structures can in particular be produced such that they can be reproduced with specific tensile stress.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

INTERNATIONALE ANMELDLING VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE

INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)							
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : C23C 16/44, 16/24		(11) Internationale Veröffentlichungsmusumer: WO 96/16203 (43) Internationales Veröffentlichungsstatum: 30. Mai 1996 (30.05.96)					
(21) Internationales Akteuselchen: PCT/D (22) Internationales Anmeidedatum: 21. Nove (30) Prioritätsstatum: P4 44 1541,9 22. November 1994 (22.1) (71) Anmeider (für alle Bestimmungsstaaten aus FRAUNHOFER-GISSELL-SCHAFT 2UR PÖB DER ANGEWANDTEN FORS-CHUNG EV. Leomodatusses 54, D-0505 München (DE). Lief (DE). Bestimmungsstaaten aus FRAUNHOFER-GISSELL-SCHAFT 2UR PÖB DER ANGEWANDTEN FORS-CHUNG EV. Leomodatusses 54, D-0505 München (DE). Lief (DE). Bestimmungsstaaten aus FRAUNHOFER-GISSELL-SCHAFT 2UR PÖB DER ANGEWANDTEN FORS-CHUNG EV. Leomodatusses 54, D-10480 Postdan (DE). Lief (DE). Highelperes Strasse 12, D-10 (DE). WENK, Bestrice (DE/DE); Veitstrasse 44 Berlin (DE). RETHMULLER, Wener (DE). Bellmahavener Strasse 24, D-10551 Berlin (DE).	(21.11.5 1.94) 1 1.94) 1 1.94) 1 10.94) 1	CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, ÏE, IT, LU, MC, NL, FT, SE). Veröffestlicht Mit internationalem Recherchenbericht. St. NG EB.					

(54) THE: PROCESS FOR PREPARING MICROMECHANICAL COMPONENTS HAVING FREE-STANDING MICROSTRUCTURES OR MEMBRANES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG MIKROMECHANISCHER BAUELEMENTE MIT FREISTEHENDEN MIKROSTRUKTUREN ODER MEMBRANEN

(57) Abstract

The invention concerns a process for preparing micromechanical components having free-standing microstructures or membranes which are under a predeemined mechanical stress. According to the process a sacrificial layer is first applied to a substrate, a polysicilor layer is applied to the sacrificial layer by vapour phase deposition, and finally at least part of the sacrificial layer is removed again. The process is distinguished in that the type of layer stress on the polysilicon layer deposits on the processing pressure selected during deposition, the amount of layer stress being adjusted by the process temperature selected. The process pressure in each case is above the pressure range stef for low pressure chemical vapour deposition reaction. In this way free-transfing structures can in particular be produced such that they can be reproduced with specific tensile stress.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mikromechanischer Bauelemente mit freistehenden Mikrostrukturen oder Die zernodung betruit ein Verstaten zur nerstellung mittornechanischer isuselemente mit freistbenden Mittordrukturen oder Membranen, die unter einer vorgebebrum nochmischen Spannung seiben. Bei dem Verfähren wird zunächst eine Opferschicht auf ein Substrat aufgebracht, auf der Opferschicht eine Polysiltziumschicht mittell Susplassenbacheitung abgeschloten und schließlich die Opferschicht runnidest teilweise wieder entfern. Die Verfahren seichnet zich daturch nus, daß die Ard er Schichspung der Polysiltziumschicht durch die Wahl der Prozedfuncks bei der Abschäfung, der Betrag der Schichtspannung durch die Wahl der Prozedfuncks per der date jeweis über den für EUCVD-Reaktorne niegsstells win. Der Prozedfunck geit abei jeweis über den für EUCVD-Reaktorne niegsstells voll. Operation die Wahl der Prozedfunck geit abei jeweis über den für EUCVD-Reaktorne niegsstells voll. Operation die Weise lassen sich imbesondere freistebende Strukzuren mit definierter Zugspannung reproduzierbar erzeugen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemass dem PCT veröffendlichen.

AT	Österreich	GA	Galice	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgies	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guines	NL	Ninderlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegas
BG	Bulgaries	HU	Ungara	NZ	Nexpediand
N	Benin	EE.	Irland	PL.	Polen
BR	Branition	IT.	Italien	FT	Portugal
BY	Belarus	JP.	Japan	RO	Rumánien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderstion
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisisten	8D	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Koraa	SE	Schwaden
CE	Schweiz	KR	Republik Korea	81	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachetan	5K	Slowskei
CM	Kamerus	Li	Liechteustein	5N	Senegal
CN	Chine	LK	Sri Lanka	TD	Tached
CS	Tachechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tachechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad and Tobaco
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spenion	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerik
FI	Finaland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

WO 96/16203 PCT/DE95/01650

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG MIKROMECHANISCHER BAUELEMENTE MIT FREISTEHENDEN MIKROSTRUKTUREN ODER MEMBRANEN

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mikromechanischer Bauelemente mit freistehenden Mikrostrukturen oder Membranen, die unter einer vorgebbaren mechanischen Spannung stehen.

Neben der Volumenmikromechanik (bulk micromachining), bei der dreidimensionale Strukturen mittels anisotroper, selektiver Atzlösungen aus einem
Silizium-Wafer herausgeätzt werden, hat die sogenannte Oberflächenmikromechanik (surface micromachining) immer mehr an Bedeutung gewonnen.
Mit dieser Technik können freistshende, bewegliche Mikrostrukturen auf einer
Substratoberfläche hergestellt werden. Basis für diese Strukturen sind
Sandwichsysteme aus verschiedenen Schichten, die selektiv zueinander geätzt
werden können. Nach Strukturierung der oben liegenden Schicht (z.B. Polysilizium) wird die darunter liegende Opferschicht (z.B. Siliziumdioxid) naßchemisch entfernt, so daß freistehende, beispielsweise brücken- oder zungenförmige, Strukturen entstehen.

Als Material für diese mechanischen Strukturen wird hauptsächlich polykristallines Silizium (Polysilizium) eingesetzt. Die hierfür erforderlichen Schichtdicken der Polysiliziumschichten liegen im Bereich von einigen µm bis hin zu einigen 10 µm.

Polysiliziumschichten finden auch in elektronischen Bauelementen Verwendung. In diesem Fall liegen die erforderlichen Schichtdicken maximal im Bereich von einigen 100 nm. Die Schichten werden in Niederdruck Chemical Vapor Deposition (IPCVD) Reaktoren abgeschieden. Die IPCVD-Reaktoren weisen jedoch relativ niedrige Schichtabscheideraten von ca. 20 nm/min auf. Die innerhalb akzeptabler Prozeßzeiten zu erreichende Schichtdicke ist daher in diesen Systemen auf etwa 2 µm beschränkt. Für Anwendungsfälle, in denne Schichtdicken bis zu einigen 10 µm erforderlich sind, ist dieses Abscheideverfahren demnach nicht geeignet.

Ein weiterer Nachteil der in diesen Systemen hergestellten Polysiliziumschichten ist die entstehende mechanische Spannung im Polysilizium. Die in der Mikroelektronik standardmäßig verwendeten Prozeßtemperaturen liegen zwischen 630°C und 650°C. Bei diesen Temperaturen steht die abgeschiedene Polysiliziumschicht immer unter Druckspannung (vgl. 2.8. H. Guckel et al., Tech. Digest, 4th Int. Conf. Solid-State Sensors and Actuators (Transducers 87), Tokyo, Japan, 2-5 June 1987, pp. 2777). Für viele Anwendungsbereiche in der Mikromechanik sind jedoch Zugspannungen im Material erwünscht, da beispielsweise Membranen oder Brückenstrukturen im Fall von Druckspannungen Wölbungen ausbilden.

Ein bekanntes Verfahren zur Herstellung von Polysiliziumschichten mit Zugspannungen, wie dies in H. Guckel et al., 1988, Solid State Sensor & Actuator workshop, Hilton Head Island, SC, 6-9 June 1988m, pp. 96, dargestellt ist, besteht aus einer Abscheidung des Siliziums bei Temperaturen kleiner als 580°C. Bei diesen Temperaturen ist die abgeschiedene Schicht nicht polykristallin, sondern mehr oder weniger amorph. Eine nachfolgende Temperaturbehandlung bei 900 °C führt zu elner Kristallisation. Die dabei erfolgende Umordnung der Siliziumatome ist mit einer Volumenkontraktion verbunden, die wiederum zu Zusspannungen im Material führt.

Findet jedoch nachfolgend eine Temperung bei Temperaturen oberhalb von 1000°C statt, so wandeln sich die Zugspannungen wieder in Druckspannungen um.

Ein welteres Verfahren zur Steuerung der Schichtspannung im LPCVD Polysilizium ist in P. Krulevitch et al., Tech. Digest, 6th Int. Conf. Solid-State Sensors and Actuators (Transducers 91), San Francisco, 23-27 June 1991, pp. 949, beschrieben. Durch geeignete Wahl der Abscheidetemperatur wird in der Schicht eine Zugspannung (T ca. 605°C) oder eine Druckspannung (T>620°C) erzeuot.

Diverse Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß die mit den genannten Verfahren erzeugten Spannungswerte in der Polysiliziumschicht nur schlecht reproduzierbar sind. Zudem ist die innerhalb vertretbarer Prozeßzeiten erreichbare Schichtdicke auf ca. 2 µm begrenzt, so daß diese Verfahren für freistehende Strukturen, die Schichtdicken bis zu einigen 10 µm erfordern, nicht geeignet sind.

Aus T.I.Kamins et al., Thin Solid Films, 16, 147 (1973), ist ein Verfahren zur Herstellung dicker Polysiliziumschichten (1 - 15 μm) bekannt, bei dem das Polysilizium mittels Gasphasenabscheidung (CVD) bei (im Vergleich zu LPCVD) erhöhtem Druck abgeschieden wird. Mit diesem Verfahren werden Abscheideraten von 60 - 500 nm/min erzielt, so daß Polysiliziumschichten mit einer Dicke von 15 um hergestellt werden können.

Es wird jedoch kein Hinweis darauf gegeben, in welcher Weise die Schichtspannungen der Polysiliziumschichten bei der Abscheidung beeinflußbar sind. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Herstellung mikromechanischer Bauelemente mit freistehenden Mikrostrukturen oder Membranen anzugeben, die unter einer vorgebbaren mechanischen Spannung stehen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Verfahrens nach Anspruch 1 gelöst. Besondere Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird das Polysilizium als Material für die freistehende Mikrostruktur oder Membran bei einem im Vergleich zum LPCVD-Verfahren erhöhten Prozeßdruck (z.B. 2.7-103 Pa oder Atmosphärendruck) abgeschieden. Durch geeignete Wahl des Prozeßdruckes kann die Art der Schichtspannung (d.h. Zug- oder Druckspannung) der Polysiliziumschicht, und damit der freistehenden Mikrostruktur oder Membran, eingestellt werden. Der Betrag der Schichtspannung wird durch die Wahl der Prozeßtemperatur bestimmt. So läßt sich beispielsweise bei einer Prozeßtemperatur von 1000°C mit einem Druck von 10.6·10³ Pa eine Zugspannung mit einem Betrag von ca. 3 MPa erzeugen, während bei gleicher Prozeßtemperatur und Atmosphärendruck als Prozeßdruck eine Druckspannung in der Polysiliziumschicht erzeugt wird. Bei dem gleichen Prozeßdruck (z.B. 10.6-10³ Pa) können durch die Wahl der Prozeßtemperatur unterschiedliche Beträge der Schichtspannung eingestellt werden, so z.B. 3MPa bei 1000°C gegenüber 7.5 MPa bei 940°C, wobei allgemein mit einer höheren Temperatur eine niedrigere Spannung erzeugt wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Abscheideraten von mehreren 100 nm/min erzielt, so daß in vorteilhafter Weise die Herstellung von dikken Polysiliziumschichten (= 10 µm), durch die die freistehenden Strukturen oder Membranen gebildet werden, innerhalb vertretbarer Prozeßzeiten (< 20 min) ermöglicht wird. WO 96/16203 PCT/DE95/01650

4

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß allein durch Variation der Abscheideparameter Druck und Temperatur der Betrag sowie die Art der Schichtspannung von Druckspannung bis Zugspannung reproduzierbar eingestellt werden kann. Damit lassen sich freistehende Mikrostrukturen oder Membranen mit vorgebbaren mechanischen Spannungen reproduzierbar herstellen.

Das Verfahren läßt sich zudem ohne Umrüstung in bereits bekannten Reaktoren durchführen, Irsbesondere in Batch oder Einzelscheiben Polysilizium oder Monosilizium (Epitaxie) Reaktoren (vgl. Anspruch 4). Die Prozeßtemperaturen lassen sich in diesen Reaktoren problemlos im Bereich von 600 - 1200°C variieren. Hohe Gasflüsse im Bereich von z.B. 200 - 1200 sccm/min sind einstellbar.

Bei der Polysiliziumabscheidung auf einem Siliziumwafer verhindert eine Oxidschicht auf dem Wafer gemäß Anspruch 5 die Bildung von einkristallinem Silizium. Zur Förderung der Nukleation kann auf die Oxidschicht zunächst eine dünne LPCVD-Polysiliziumschicht aufgebracht werden (Anspruch 6).

Substrate aus Keramik, Quarz oder anderen Materialien sind ebenfalls einsetzbar.

in Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird gemäß Anspruch 8 die Leiffähigkeit der Polysiliziumschicht durch Beimischen definierter Mengen von bor- oder phosphor-haltigen Gasen (z.B. Phosphin (PH3)) zum Reaktionsgas eingestellt. Durch diese in-situ Dotterung lassen sich Schichtwiderstände (der Schichtwiderstand in Ω/□ ergibt sich durch Integration des Leitwertes über die Tiefe der Polysiliziumschicht) von 10Ω/□ bis zu einigen kΩ/□ erzeugen. Damit wird das Polysiliziummaterial elektrisch leitfähig und somit die Auswertung von bzw. die Ansteuerung mit elektrischen Signalen bei Sensoren und Aktoren möglich.

Zur Erzeugung von hohen Vorspannungen, z.B. zum Versteifen von Membranen, können gemäß Anspruch 9 oberhalb und/oder unterhalb der Polysäiziumschicht weitere Schichten mit hohen inneren Zugspannungen aufgebracht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand des Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

- Figur 1: Spannungswerte (Zugspannung) von Polysiliziumschichten, die bei unterschiedlichen Proze
 ßtemperaturen bei Unterdruck abgeschieden wurden;
- Figur 2: Spannungswerte von Polysiliziumschichten in Abhängigkeit von der Prozeßtemperatur bei unterschiedlichen Prozeßdruckwerten;
- Figur 3: schematisch einen Prozeßablauf zur Herstellung mikromechanischer Strukturen aus Polysilizium.

Ein Beispiel für unterschiedliche Zugspannungen von Polysiliziumschichten, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bei Unterdruck (hier. 10.6-10³ Pa) abgeschieden wurden, ist in Figur 1 dargestellt. Die Abhängigkeit der Spannungswerte von der Prozeötemperatur T sind deutlich zu erkennen. In einem Temperaturbereich von 940°C bis 1000°C ändern sich die Spannungen von ca. 7.5 MPa bis 3 MPa.

Figur 2 zeigt die Abhängigkeit der inneren Spannungen der erfindungsgemäß abgeschiedenen Polysiliziumschichten von der Proze®temperatur (mit durchgezogenen Linien angedeutet) bei zwei unterschiedlichen Einstellungen des Proze®druckes. Mit steigender Proze®temperatur sinken die Spannungswerte der Polysiliziumschicht sowohl bei Druck- als auch bei Zugspannungen. Bei der Unterdruckabscheidung (10,6-10³ Pa; mit gefüllten Dreiecken gekennzeichnet) treten betragsmäßig kleine Zugspannungen, bei Normaldruckabscheidung (Atmosphärendruck; mit gefüllten Kreisen gekennzeichnet) dagegen Druckspannungen bis zu 0,1 GPa auf.

Ein Ausführungsbeispiel für die Herstellung eines mikromechanischen Bauelements mit einer freitragenden Struktur aus Polysilizium wird anhand von Fiqur 3 erläutert.

Ein typischer Schichtaufbau besteht aus einem Siliziumsubstrat mit einer Opferschicht aus Siliziumdioxid (SiO₂), auf die eine Polysiliziumschicht aufgebracht wird (Figur 3a). Die Polysiliziumschicht mit einer Dicke von 10 µm wird in einem Epitaxie-Batch-Reaktor mit Dichlorsilan (SiH₂C₂), Siliziumtetrachlorid (SiC₄), Trichkorsilan (SiHCl₃) oder Silan (SiH₂) als Reaktionsgas bei einem hohen Gasfluß abgeschieden. Zur Erzeugung einer Zugspannung von weniger als 10 MPa in der Polysiliziumschicht erfolgt die Abscheidung bei Unterdruck (ca. 10,6-10³ Pa) und Prozeßtemperaturen zwischen 960°C und 1040°C. Hierbei stellt sich ebenfalls die notwendioe hohe Abscheiderate von

6

ca. 500 nm/min (bei einer Prozeßtemperatur von 1000°C) ein, so daß eine 10 µm dicke Polysiliziumschicht innerhalb von 20 min abgeschieden wird. Diese Polysiliziumschicht wird anschließend photolithographisch mit Trockenätztechnik strukturiert (Figur 13b). Nach einer naßchemischen Ätzung der Opferschicht entstehen so freitragende Strukturen (hier: 10 µm dicke Polysiliziumstege; Figur 3c), die die Spannungswerte der Polysiliziumschicht aufweisen.

Zur Förderung der Nukleation oder zur gezielten Einstellung bestimmter Schichteigenschaften kann das Opferoxid vor der Polysiliziumabscheidung mit einer dünnen CVD-Polysiliziumschicht (Nukleationsschicht) versehen werden.

PATENTANSPRÜCHE

 Verfahren zur Herstellung mikromechanischer Bauelemente mit freistehenden Mikrostrukturen, die unter einer vorgebbaren mechankschen Spannung stehen, bei dem eine Opferschicht auf ein Substrat aufgebracht, auf der Opferschicht eine Polysiliziumschicht in einem Reaktor mittels Gasphasenabscheidung (CVD) abgeschieden und schließlich die Opferschicht zumindest teilweise entfernt wird.

dadurch gekennzeichnet,

daß die Polysiliziumschicht bei einem Prozeßdruck von mehreren 100 Pa abgeschieden wird, wobei die Art der Schichtspannung der Polysiliziumschicht (d.h. Zug- oder Druckspannung) über die Höhe des Prozeßdruckes und der Betrag der Schichtspannung über die Höhe der Prozeßtemperatur eingestellt werden.

- Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet.
 - daß zur Erzeugung einer Druckspannung in der Schicht der Reaktor bei Atmosphärendruck als Prozeßdurck, und zur Erzeugung einer Zugspannung ein Prozeßdruck im Bereich zwischen 2,7·10³ und 13,3·10³ Pa gewählt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
 - daß zur Erzeugung einer hohen Schichtspannung eine niedrige Abscheidetemperatur, zur Erzeugung einer geringen Schichtspannung eine hohe Abscheidetemperatur gewählt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet.
 - daß als Reaktor ein Epitaxie-Reaktor oder ein Polysilizium-Einzelscheibensystem eingesetzt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
 - daß als Substrat ein Siliziumwafer mit einer Oxidschicht verwendet wird.
- Verfahren nach Anspruch 5,
 - dadurch gekennzeichnet,

daß auf die Oxidschicht zunächst eine dünne LPCVD-Polysiliziumschicht abgeschieden wird.

- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
 daB als Reaktionsgas der Gasphasenabscheidung Silan oder Dichlorsilan mit Gasflüssen von 200 - 1200 sccm/min verwendet wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Widerstand der Polysiliziumschicht durch Beimischen definierter Mengen von bor- oder phosphorhaltigen Gasen zum Reaktionsgas eingestellt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß oberhalb und/oder unterhalb der Polysiliziumschicht weitere Schichten mit hohen inneren Zugspannungen aufgebracht werden.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß Polysiliziumschichten mit Schichtdicken von mehreren μm hergestellt werden.

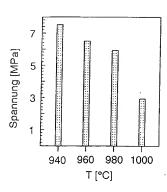
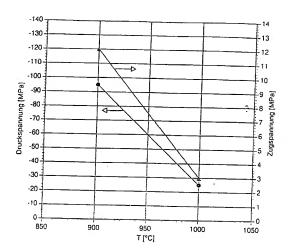
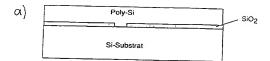
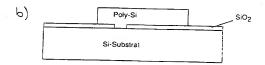


Fig. 1



- Unterdruckabscheidung Normaldruckabscheidung





INTERNATIONAL SEARCH REPORT Interns' Application No

PCT/DE 95/01650
Jassification and IPC
Scalon symbols)
that such documents are included in the fields rearched
s base and, where practical, rearch terms used)
he relevant passages Relevant to claim No.
ET AL) 30 1
1994 KENT '
Y Patent family members are listed in anatx.
"I later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but gated to understand the principle or theory underlying the invention."
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered now of or cannot be considered to movive an investive step when the document is taken alone involve an investive step when the document is taken alone the considered to the control investion cannot be considered in the control investion cannot be considered in the cannot be cannot be considered in the cannot be considered in the cannot be
document a combined with one or more other ruth docu- ments, such combination being obvious to a person stilled in the art. "&" document member of the same parent family
Date of mailing of the international search report
08.03.96.
Authorized officer

INTER	INATIONAL SEAR	CH REPORT	Internal 1	Interna* Application No	
Insurmation on patent family members				95/01650	
Patent document cited in search report	Publication date	Patent far member	mily	Publication date	
US-A-4897360	30-01-90	CA-A- EP-A- JP-B- JP-T- WO-A-	1315648 0349633 7088579 2502467 8906045	06-04-93 10-01-90 27-09-95 09-08-90 29-06-89	
		WO-A-	8906045	29-06-89	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internal 'es Aktenzeichen DCT /DE 95 /01650

			PC1/UE 33/C	1030
A. KLASSIFIZI IPK 6 C	ERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES 23C16/44 C23C16/24			
Nach der Interna	nonalen Patenticlasmiikation (IPK) oder nach der nationalen K	lassifikation und der H	rk	
	HERTE GEBIETE			
Recherchserter M IPK 6 C	indestprifisioff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymb 23C	ale)		
Recherchierte ab	er nicht zum Mindestprufstoff gehörende Veröffentlichungen, s	owest diese unter die re	cherchierten Gebiese fa	lien
Während der inte	rmationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbunk (N	iame der Datenbank s	and evij. verwendete Su	chbegnfle)
C. ALS WESEN	ITLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN			
Kategorie* Bez	mehnung der Veröffendichung, soweit erforderlich unter Angal	be der in Betracht kom	menden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,4 897 360 (GUCKEL HENRY ET 30.Januar 1990 siehe Ansprüche 1-16	AL)		1
A	ELEKTRONIK, Bd. 43, Nr. 19, 20.September 1994 Seite 8 XP 000473199 'ANNOUNCEMENT'			
☐ Western \	eroffentlichungen und der Fortsetzung von Feld C zu	X Siebe Anhan	; Patentiarrelec	
'A' Veröffentisc aber nicht	egonen von angegebenen Veröffentschungen : dezug, die den allgementen Stand der Technik definsert, als betonders bedeutauts anzuschen ist	Coloration married	telsevenden Promuns of	pernationalen Asmeldedatum vorden ist und mit der zum Verständnis des der ler der ihr zugrundeliegenden
"E" ätteret Dob Anmeldeds "L" Verößentlic scheinen 21	ument, das jedoch mit am oder nach dem seternationalen hans veröffentlicht worden ist hung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er- lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdamn einer	"X" Veröffentischung v kann allem aufgre erfinderischer Tät	n ist om besonderer Bedeutt md dieser Verbifentisch igkeit beruhand betrach	ng; die beanspruchte Erfinder ung nicht als neu oder auf ist werden
soll oder di ausgeführt) *O* Veröffentisc eine Benst	nume, das ydoch wet an oder anch dem zehrandsnicht mit veröffentlicht vorteit ist. hinn, die gestiget ist, einen Prioritätsangevint zwerfelhalt er- istem, oder dach die das Veröffentlichtungsdehten einer Retcherchsniertett genannen Veröffentlichtung beliefe werden es an einen mederen benoffente Grutial ungsphen ist (wie hann, die sich auf eine mindelicht Offenbarum, nang, eine Ausstellichtung der werder Melderbern bezeicht being, die vor dem internationalen Anzeitsdesjatun, aber nach specialte Prioritätslatung veröfferfeckt vortein ist unternational veröfferfeckt vortein ist mente der dem internationalen Anzeitsdesjatun, aber nach specialter Prioritätslatung veröfferfeckt vortein ist unternationalen veröfferfeckt vortein ist eine dem verben der dem verbernetze vortein ist eine dem verbernetze vortein ist eine dem verbernetze vortein sich eine dem verbernetze vortein ist eine dem verbernetze vortein sich eine verbernetze verbernetze verbernetze verbernetze unternationalen eine verbernetze verber	karn meht als me werden, wenn de Veröffendichunge diese Vertendung	erfinderscher Tätigkei Veröffentichung siet e n dieser Ketegone in \ für einen Factenann in	t beruhmit betrachtet inter oder mehreren anderen erbindung gebracht wird und ibeliegend at
	hung, die vor dem internationalen Anthetosassum, aber nach prachten Prioritätsdatum veröffendicht worden ist hlusses der internationalen Recherche	"&" Veröffentlichting, Aberndedatum de	s internationalen Rech	rchenbenchts
	Februar 1996		88	13. 96
Name und Posts	machriff der internationale Recherchenbehörde Europäischer Patentamit, P.B. 5818 Patentiaan 2	Bevollmächtigter	Bedsensteter	
	Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2240 HV Rijmnjk Tel. (+31-70) 340-2540, Tx. 31 651 spo nl. Pate (+11-70) 340-3016	Flink,	E	

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Formblett PCT/ISA/218 (Anheag Petnethmilie)(Juli 1992)

Angaben zu Veroffenüschunge:	EKNATIONALEK RECHERCHENBERICHT n 20 Veroffentlichunge:., die zur selben Patentfamilie geboren			PCT/DE 95/01650		
Im Recherchenbericht ngeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied	(er) der	Datum der Veroffentlichung		
US-A-4897360	30-01-90	CA-A- EP-A- JP-B- JP-T- WO-A-	1315648 0349633 7088579 2502467 8906045	06-04-93 10-01-90 27-09-95 09-08-90 29-06-89		